

## Polarisation especially for converting linear polarised wave into circular polarised wave and vice versa

Patent Number: DE19600609  
Publication date: 1997-04-03  
Inventor(s): MENZEL WOLFGANG PROF DR (DE); PILZ DIETMAR DIPL ING (DE); REMBOLD BERNHARD PROF DR (DE)  
Applicant(s): DAIMLER BENZ AEROSPACE AG (DE)  
Requested Patent: DE19600609  
Application Number: DE19961000609 19960110  
Priority Number(s): DE19961000609 19960110; DE19951036710 19950930  
IPC Classification: H01P1/165; H04B7/005  
EC Classification: H01Q15/24B1  
Equivalents:

### Abstract

The polariser comprises a dielectric printed circuit board (1) with the metallisation (2) on the back (11), having a low loss factor, and with conducting structures (3) on the front (10). The printed circuit board is aligned so that the direction of the incident wave (4) makes an angle of 45 degrees to the normal, perpendicular to the board. The projection of the longitudinal axis of the conductors on the plane of the wavefront makes an angle to the direction of the electric field (40). The incident electromagnetic wave is converted into a circular polarised wave (5) by a combination of the structure, the dielectric substrate of the board and the metallisation. This also works in the opposite direction, for converting a circular polarised wave into a linear polarised wave.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 196 00 609 A 1

⑥1 Int. Cl. 6:  
**H01 P 1/165**  
// H04B 7/005

⑳ Aktenzeichen: 196 00 609.0  
㉔ Anmeldetag: 10. 1. 96  
㉕ Offenlegungstag: 3. 4. 97

DE 196 00 609 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
30.09.95 DE 195367103

⑦1 Anmelder:  
Daimler-Benz Aerospace Aktiengesellschaft, 80804  
München, DE

⑦2 Erfinder:  
Rembold, Bernhard, Prof. Dr., 52072 Aachen, DE;  
Menzel, Wolfgang, Prof. Dr., 89250 Senden, DE; Piltz,  
Dietmar, Dipl.-Ing., 89075 Ulm, DE

⑤4 Polarisator zur Umwandlung von einer linear polarisierten Welle in eine zirkular polarisierte Welle oder in eine linear polarisierte Welle mit gedrehter Polarisation und umgekehrt

⑤7 Die Erfindung bezieht sich auf einen Polarisator zur Umwandlung von einer linear polarisierten Welle in eine zirkular polarisierte Welle (oder umgekehrt) oder in eine linear polarisierte Welle mit um 90° oder zumindest annähernd um 90° gedrehter Polarisation (oder umgekehrt). Um einen solchen Polarisator möglichst einfach im Aufbau zu realisieren, wird nach der Erfindung vorgeschlagen, daß eine dielektrische Leiterplatte auf der Rückseite eine durchgehende Metallisierung trägt, und daß sich auf der Vorderseite eine Vielzahl von kurzen, parallel ausgerichteten Leiterbahnstrukturen befindet.

DE 196 00 609 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Polarisator zur Umwandlung von einer linear polarisierten Welle in eine zirkular polarisierte Welle (oder umgekehrt) oder in eine linear polarisierte Welle mit um  $90^\circ$  oder zumindest annähernd um  $90^\circ$  gedrehter Polarisation (oder umgekehrt) gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine zirkulare Polarisation dient in der mobilen Funkkommunikation, z. B. bei Frequenzen im Mikrowellenbereich, zur Reduzierung von Intersymbol-Interferenzen. Die störenden, an Objekten reflektierten Signale werden in der Regel durch Verwendung einer zirkularen Polarisation stärker gedämpft, da sich durch die Reflexion die Polarisation ändert. Besonders stark ausgeprägt ist der Effekt bei senkrechtem Einfall einer zirkular polarisierten Welle auf einen ebenen Reflektor. Die reflektierte Welle behält zwar die Drehrichtung bei, kehrt aber die Ausbreitungsrichtung um, so daß z. B. aus einer rechtszirkular polarisierten Welle eine linkszirkular polarisierte Welle wird. Eine für rechtszirkulare Polarisation ausgelegte Antenne kann deshalb das reflektierte Signal nicht empfangen, so daß im Empfänger das störende Signal nicht erscheint.

Zirkulare Polarisation kann durch die Überlagerung von zwei zeitlich und räumlich um  $90^\circ$  gedrehten Wellen erzeugt werden. Man erreicht dieses z. B. durch polarisationsabhängige Phasengeschwindigkeiten unterschiedlicher Moden in einem Hohlleiter, deren Erzeugung mit hohem konstruktivem Aufwand verbunden ist.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Polarisator der eingangs genannten Art zu schaffen, der möglichst einfach im Aufbau ist.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 beschrieben; die Unteransprüche enthalten vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung.

Die vorliegende Erfindung erzeugt die zeitliche und räumliche Drehung durch die polarisationsabhängige Reflexion an einer planaren Struktur, dem planaren Polarisator, der eine dielektrische Leiterplatte aufweist, die auf der Rückseite eine durchgehende Metallisierung trägt und auf der Vorderseite eine Vielzahl von kurzen, parallel ausgerichteten Leiterbahnstrukturen aufweist. Mit dieser Anordnung wird eine einfallende, linear polarisierte ebene Welle in eine zirkular polarisierte Welle umgewandelt (und umgekehrt) oder — bei entsprechender Dimensionierung — die Polarisation einer einfallenden, linear polarisierten Welle um  $90^\circ$  gedreht.

Im Hinblick auf diese beiden prinzipiellen Möglichkeiten der Polarisationswandlung bzw. -drehung nach der Erfindung sind bezüglich der Dimensionierung folgende Überlegungen zu beachten:

Eine linear polarisierte Welle mit einer Polarisationsrichtung, die um  $45^\circ$  gegenüber einer der Achsen der Leiterbahnen gedreht ist, läßt sich in zwei zueinander orthogonale Komponenten jeweils parallel zu den Achsen der Leiterbahnen zerlegen. Aufgrund der unterschiedlichen Ausdehnung der Leiterbahnen werden diese Komponenten mit unterschiedlichem Phasenwinkel reflektiert. Beträgt der Phasenunterschied gerade  $+90^\circ$  oder  $-90^\circ$ , so addieren sich die reflektierten Komponenten der Welle zu einer zirkular polarisierten Welle; beträgt der Phasenunterschied  $180^\circ$ , so wird die räumliche Polarisationsrichtung der auslaufenden Welle unter Beibehaltung linearer Polarisation um  $90^\circ$  gedreht. Aufgrund der Reziprozität ist dieser Vorgang natürlich um-

kehrbar; insbesondere wird im ersten Fall eine einfallende, zirkular polarisierte Welle in eine reflektierte, linear polarisierte Welle umgewandelt.

Die beiden Fälle (linear-zirkular bzw. linear-linear mit  $90^\circ$  räumlicher Drehung) unterscheiden sich in der Dimensionierung der planaren Struktur nur durch eine entsprechende Modifikation der Geometrie der Leiterbahnen bzw. der Substratdicke.

Der erfindungsgemäße Polarisator zeichnet sich vor allem durch seinen einfachen Aufbau aus; er kann kostengünstig hergestellt werden und ist vor allem für die automatische Serienfertigung geeignet.

Im folgenden wird die Erfindung für einen speziellen Fall der Wandlung von linearer in zirkuläre Polarisation anhand der Fig. 1 und 2 näher erläutert, die eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Polarisators zeigen, und zwar einmal in der Draufsicht von vorn (Fig. 1) und einmal von der Seite und in perspektivischer Darstellung unter zwei unterschiedlichen Blickwinkeln (Fig. 2).

Der Polarisator besteht gemäß Fig. 1 aus einer dielektrischen Leiterplatte 1 mit niedrigem Verlustfaktor, die auf der Rückseite 11 eine durchgehende Metallisierung 2 trägt. Auf der Vorderseite 10 befinden sich bezüglich einer Achse symmetrische und zueinander parallel ausgerichtete metallische Leiterbahnstrukturen 3. Die Leiterplatte 1 ist so ausgerichtet (Fig. 2), daß die Richtung der einfallenden Welle 4 mit der Senkrechten auf der Leiterplatte 1 einen Winkel von etwa  $45^\circ$  bildet, und daß gleichzeitig die Projektionen der Längsachse 30 der Leiterbahnstrukturen 3 auf die Ebene der Wellenfront mit der Richtung der elektrischen Feldstärke 40 ebenfalls einen Winkel von etwa  $45^\circ$  bilden. Die Leiterbahnstrukturen 3 haben in Längsachsrichtung und senkrecht dazu eine unterschiedliche Ausdehnung bzw. Geometrie. In Frage kommen z. B. Ellipsen oder Kreuze (mit unterschiedlichen Schenkellängen), am vorteilhaftesten jedoch sind — wie in den Figuren gezeigt — rechteckförmige Leiterbahnstrukturen.

Die einfallende elektromagnetische Welle 4 wird durch die Kombination der metallischen Leiterbahnstrukturen 3 mit dem dielektrischen Substrat der Leiterplatte 1 und der Rückseitenmetallisierung 2 in eine vorwiegend zirkular polarisierte Welle 5 umgewandelt. Selbstverständlich kann in der Umkehrung des Strahlungsweges mit dieser Anordnung auch eine zirkular polarisierte Welle durch Reflexion an dem Polarisator in eine linear polarisierte Welle umgewandelt werden.

Einer der wesentlichen Vorteile dieser Anordnung gegenüber bekannten (z. B. mit einem Gitter im Abstand von einer achten Wellenlänge) besteht darin, daß die Polarisationswandlung durch geeignete Wahl der Metallisierungsstruktur auch in erheblichem Maß unabhängig von der Dicke des Substrats als Träger der Metallisierungsstruktur gewählt werden kann.

Eine optimale Dimensionierung der metallischen Leiterbahnstrukturen 3 hinsichtlich Länge, Breite, Abstand sowie des Substrats 1 bezüglich seiner Dicke und seiner Materialeigenschaften erfolgt aus feldtheoretischen Überlegungen. Hierbei werden in der Luft und im Dielektrikum an sich bekannte Entwicklungen für die Feldstärken angesetzt, deren Koeffizienten durch die Rand- bzw. Stetigkeitsbedingungen auf den Metall- bzw. dielektrischen Oberflächen ermittelt werden können.

Zum Beispiel betragen für eine Wandlung von linearer in zirkuläre Polarisation bei einer Frequenz von 36 GHz und einem Substrat der Dicke 1,57 mm mit einer

Permittivität von 2,33 die Abmessungen der Metallstreifen 2,33 mm × 0,9 mm. Die Mittenabstände sind 3,2 mm in Längsrichtung und Querrichtung.

Abweichungen von der Mittenfrequenz (36 GHz) um  $\pm 2$  GHz ergeben eine Depolarisation (Halbachsenverhältnis der Polarisationsellipse) von max 1 dB.

Es versteht sich, daß die Erfindung nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt ist, sondern vielmehr auf andere übertragbar ist. So ist es z. B. denkbar, metallische Leiterbahnstrukturen mit unterschiedlichen Formen auf einem Substrat zu kombinieren, beispielsweise Rechtecke mit Kreuzen oder Ellipsen.

Die beschriebene Anordnung funktioniert natürlich nicht nur bei einem Winkel von 45° zwischen Einfallsrichtung der Welle und der Reflektorfläche, sondern auch in einem Bereich, der von 0° (senkrechter Einfall) bis weit über 45° hinaus reicht.

In ganz ähnlicher Weise und mit den gleichen vorteilhaften Eigenschaften ist durch geeignete modifizierte Dimensionierung der planaren Struktur auch eine räumliche Drehung linearer Polarisation um 90° bzw. annähernd 90° möglich. Anwendungen solcher polarisationsdrehender Flächen sind z. B. in gefalteten Antennenanordnungen zur Verkürzung der Bautiefe beschrieben (vgl. hierzu z. B. WO 95/18980 oder "Principles and Applications of Millimeter-Wave Radar" von Currie/Brown, 1987, Artech House, Inc, Seiten 554/555 oder "Crash Avoidance FLR Sensors", Microwave Journal, Juli 1994, Seiten 122—126).

#### Patentansprüche

1. Polarisator zur Umwandlung von einer linear polarisierten Welle in eine zirkular polarisierte Welle (oder umgekehrt) oder in eine linear polarisierte Welle mit um 90° oder zumindest annähernd um 90° gedrehter Polarisation (oder umgekehrt), dadurch gekennzeichnet, daß eine dielektrische Leiterplatte (1) auf der Rückseite (11) eine durchgehende Metallisierung (2) trägt, und daß sich auf der Vorderseite (10) eine Vielzahl von kurzen, parallel ausgerichteten Leiterbahnstrukturen (3) befindet.
2. Polarisator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächennormale auf der Vorderseite (10) der Leiterplatte (1) mit der Ausbreitungsrichtung der einfallenden, linear polarisierten elektromagnetischen Welle einen Winkel von 40° bis 50°, vorzugsweise 45° oder zumindest annähernd 45°, bildet.
3. Polarisator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Projektionen der Längsachsen der Leiterbahnstrukturen (3) auf die Ebene der Wellenfront mit der Richtung der elektrischen Feldstärke einen Winkel von 40° bis 50°, vorzugsweise 45° oder zumindest annähernd 45°, bilden.
4. Polarisator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterbahnstrukturen (3) Rechtecke oder Ellipsen oder Kreuze mit unterschiedlichen Schenkellängen sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**- Leerseite -**

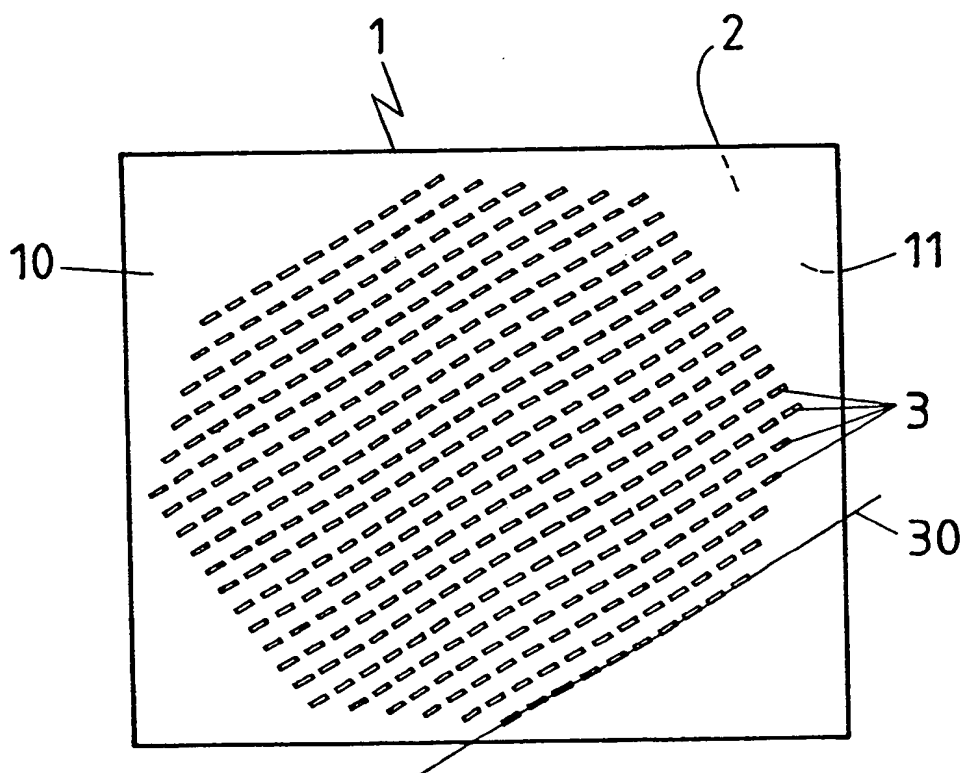


FIG. 1

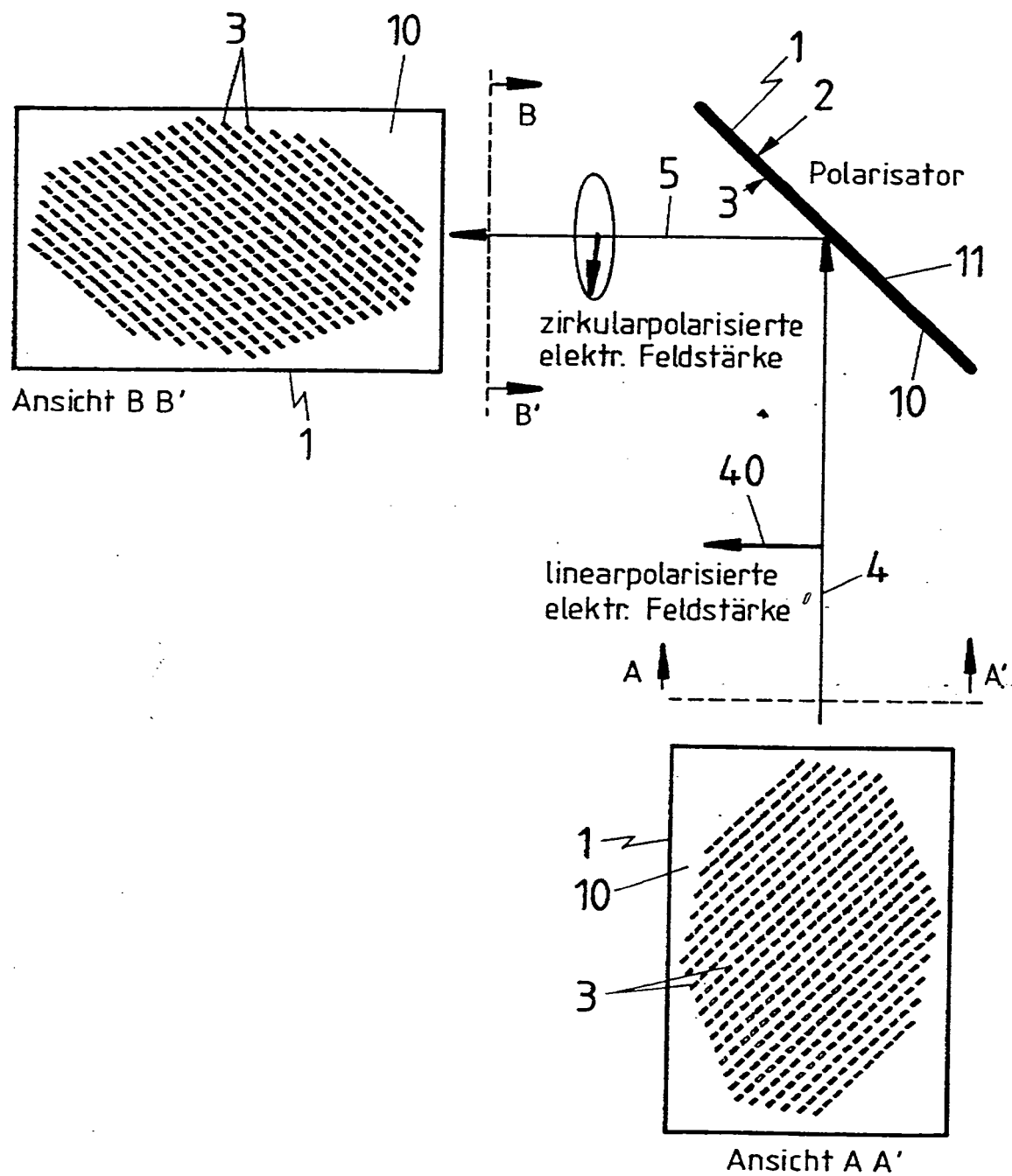


FIG. 2